

Ítalo Moreira da Costa Marques

**POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE FELDSPATO NO ESTADO DO RIO
DE JANEIRO (TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO)**

Trabalho de Conclusão de Curso
(Bacharelado em Geologia)

UFRJ
Rio de Janeiro
2009



UFRJ

Ítalo Moreira da Costa Marques

**POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE FELDSPATO NO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação em Geologia do Instituto de
Geociências, Universidade Federal do Rio
de Janeiro – UFRJ, apresentado como
requisito necessário para obtenção do grau
de Bacharel em Geologia.

Orientador:

José Mário Coelho

Rio de Janeiro

Julho 2009

Ítalo Moreira da Costa Marques

**POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE FELDSPATO NO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação em Geologia do Instituto de
Geociências, Universidade Federal do Rio
de Janeiro – UFRJ, apresentado como
requisito necessário para obtenção do grau
de Bacharel em Geologia.

Orientador:

José Mário Coelho

Aprovada em: 15/julho/2009

Por:

Orientador: Prof. Dr José Mário Coelho (UFRJ)

Profa. Dra Cícera Neysi de Almeida (UFRJ)

Prof. Dr Luiz Carlos Bertolino (CETEM)

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente a Universidade Federal do Rio de Janeiro, pelo excelente aprendizado em geologia, agradeço aos meus professores principalmente o meu orientador José Mario Coelho. Gostaria de agradecer também aos meus amigos da Geologia e aos meus familiares que me ajudaram nesta fase de minha vida.

RESUMO

MARQUES, Ítalo Moreira da Costa. **Potencial de produção de feldspato no Estado do Rio de Janeiro**. 2009. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

O grande crescimento que vem sendo verificado no consumo de feldspato advém das indústrias de revestimento cerâmico e de colorifícios, visto que a indústria de vidro, em particular a de embalagem, tem apresentado um baixo crescimento, atribuído aos substitutos e também pelo aumento crescente da reciclagem de vidro. Grande parte do aumento da demanda de feldspato deve-se, principalmente, a produção de porcelanatos que utiliza na massa cerâmica até 60% de feldspato. O objetivo desta pesquisa é avaliar o potencial de produção de feldspato no Estado do Rio de Janeiro, tendo em vista a existência de um grande número de pegmatitos em seu território. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica referente à geologia regional fluminense e nos locais onde os principais pegmatitos estão concentrados. Segundo o Anuário Mineral Brasileiro, o Rio de Janeiro possui as seguintes reservas de feldspato: reservas medidas 75.171.215t, reservas indicadas 772.303t, reservas inferidas 10.000t e reservas lavráveis 75.933.518t. É muito provável que estas reservas deverão ser ampliadas com as pesquisas que estão em andamento nos cinco requerimentos e oito autorizações de pesquisa. Pelos dados levantados, verifica-se que o Rio de Janeiro possui uma grande dotação mineral deste tipo de mineral, que satisfaz às exigências do mercado consumidor, podendo retomar o papel de grande produtor de feldspato, que ocupou até a década de 70.

Palavras-chave: feldspato; Rio de Janeiro; pegmatitos.

ABSTRACT

MARQUES, Ítalo Moreira da Costa. **Potential for production of feldspar in State of Rio de Janeiro** 2009. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

The strong growth being recorded in the consumption of feldspar has been determined by the industries of ceramic tile and coloríficos, as the glass industry, in particular the packaging, has shown a low growth, attributed to the replacement and also for increasing recycling of glass. Much of the increase in demand for feldspar is due, mainly, the production of Porcelanato using the ceramic body to 60% of feldspar. The objective of this research is to assess the potential for production of feldspar in the State of Rio de Janeiro, according to a large number of pegmatite in its territory. We performed a literature search on the regional fluminense geology where the main pegmatites are concentrated. According to the Brazilian Yearbook Mineral, Rio de Janeiro has the following feldspar reserves: reserves 75.171.215t measures, 772.303t indicated reserves, inferred reserves 10.000t and mining reserves 75.933.518t. It is very likely that these reserves should be expanded with the searches that are ongoing in the five applications and eight permits for research. Raised by the data, it appears that the Rio de Janeiro has a high mineral endowment of this type of mineral, which satisfies the requirements of the consumer market and can resume the role of a major producer of feldspar, which held until the 70's.

Key-Words: feldspar; Rio de Janeiro; pegmatite.

Lista de figuras

Figura 1 Distribuição do Consumo de Feldspato no Brasil.....	5
Figura 2 Participação de Insumos na Produção de Vidro.....	8
Figura 3 Distribuição da produção brasileira de feldspato bruto.....	10
Figura 4 Variação da produção beneficiada de feldspato 2002-2007.....	12
Figura 5 Estado do Rio de Janeiro.....	15
Figura 6 Mapa de localização das áreas pegmatíticas no estado do Rio de Janeiro	23

Lista de Tabelas

Tabela 1 Série dos plagioclásios	2
Tabela 2 Análise química de um concentrado de feldspato obtido por flotação de um alaskito, na Feldspar Corporation-Spruce Pine - Carolina do Norte.....	3
Tabela 3 Analise química de nefelina sienito obtida pela Nefelina Brasil Mineração.....	4
Tabela 4 Analise química de feldspato sódico-potássico obtido pelo Gruppo Minerali S.p.A.	4
Tabela 5 Principais Produtores Mundiais de Cerâmica de Revestimento.....	7
Tabela 6 Capacidade Instalada do Setor de Vidro no Brasil.....	7
Tabela 7 Produção Mundial de Feldspato.....	9
Tabela 8 Principais empresas produtoras de feldspato.....	10
Tabela 9 Dimensão do Mercado de Feldspato.....	11
Tabela 10 Reservas brasileiras 2001-2005.....	11
Tabela 11 Quantidade e valor da produção de feldspato comercializado em 2005.....	12
Tabela 12 Preços Internacionais de Feldspato 2003– 2009.....	13
Tabela 13 Variação dos preços de feldspato 2004-2007.....	14
Tabela 14 Reservas de Feldspato no Brasil – 2005.....	25

Tabela 15 Relação de feldspato em situação legal junto ao DNPM no Rio de Janeiro.....	26
--	----

Lista de Anexo

Anexo 1 Mapa Geológico do Rio de Janeiro.....	32
---	----

Sumário

AGRADECIMENTOS	IV
RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VI
1- INTRODUÇÃO	1
1.1- Objetivos.....	1
1.2- Metodologia.....	1
1.3- Composição Mineralógica.....	2
1.4- Principais tipos de depósitos de feldspatos no mundo	3
2- ANÁLISE DO MERCADO DE FELDSPATO NO BRASIL E NO MUNDO.....	5
2.1- Usos e Funções do Feldspato.....	5
2.1.1- Indústria cerâmica	6
2.2.2- Indústria de Vidro.....	7
2.2- Produção Mundial	8
2.3- Produção Brasileira	9
2.4- Reservas Brasileiras	11
2.5- Beneficiamento.....	12
2.6- Comércio de Feldspato	13
2.7- Minerais Substitutos.....	14
3- FELDSPATO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	15
3.1- Geologia do Estado do Rio de Janeiro	15
3.2- Geologia Econômica do Estado do Rio de Janeiro	21
3.2.1- Petróleo e Gás Natural.....	21
3.2.2- Minerais Não Metálicos	21
3.3- Geologia dos Pegmatitos do Rio de Janeiro	22
3.3.1- Área pegmatítica de Barra Mansa-Barra do Piraí.....	23
3.3.2- Área pegmatítica de Paraíba do Sul	24

3.3.3- Área pegmatítica de Niteroi-Rio Bonito	24
3.3.4- Área pegmatítica de Casimiro de Abreu-Glicério	24
3.4- Reservas de feldspato no Estado do Rio de Janeiro	25
3.5- Mineração de feldspato no estado do Rio de Janeiro	26
4- CONCLUSÃO	27
5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1- INTRODUÇÃO

O termo feldspato é usado para denominar um grupo de minerais constituídos principalmente de aluminossilicato possuindo diferentes proporções de cálcio (Ca), potássio (K), sódio (Na) e mais raramente bário (Ba). Podem-se dividir os feldspatos em K-feldspato (rico em K) e plagioclásio (ricos em Na e Ca). Apesar de ocorrer em vários tipos de rochas e ser o mineral mais abundante da crosta terrestre somente um pequeno número de depósitos são econômicos¹.

No Brasil os pegmatitos são a principal fonte de feldspato, e os principais consumidores deste mineral são: a indústrias de vidro, cerâmica e de colorifícios. Sua principal função na cerâmica é promover a fusão a uma temperatura mais baixa, servindo de cimento para as partículas das várias substâncias cristalinas. No vidro, além da função de fundente, o feldspato é a principal fonte de alumínio.

1.1- Objetivos

O presente trabalho dedica-se ao estudo do potencial de produção de feldspato no estado do Rio de Janeiro, caracterizando o seu potencial econômico, fornecendo dados mundiais e brasileiros. São indicadas possíveis áreas para exploração econômica deste mineral no estado do Rio de Janeiro.

1.2- Metodologia

Primeiramente, foram pesquisados trabalhos nacionais e internacionais sobre o tema nos quais se destacam como principais referências os trabalhos feitos por Potter (2006), British Geological Survey (2009) e Luz *et al.*, (2008), além dos trabalhos realizados pelo DNPM, como o Sumário Mineral e Anuário Mineral Brasileiro. Realizou-se também uma pesquisa junto ao portal Cadastro Mineiro do DNPM para verificar a situação legal das empresas de mineração de feldspato no Estado do Rio de Janeiro.

¹ Depósitos econômicos de feldspato são conhecidos em cerca de setenta países, mas atualmente há produção em aproximadamente cinquenta países. (Roskill, 2008).

Os trabalhos acima forneceram dados suficientes para permitir quantificar a produção e consumo de feldspato, no Brasil e no mundo. É apresentado um resumo da geologia regional fluminense e das regiões onde os pegmatitos estão concentrados, visando a exploração de feldspato, tendo como principais trabalhos consultados Menezes (1997) e DRM (2009).

1.3- Composição Mineralógica

O grupo dos feldspatos é constituído de aluminossilicatos de potássio, sódio cálcio, e raramente bário. Os feldspatos têm propriedades físicas muito similares, porém, devido à sua composição química, se dividem em: feldspato potássico (ortoclásio, microclína, sanidina, adularia), feldspato de bário (celsiana), e feldspato cálcico-sódico (SEGEMAR, 2000, apud Luz et. al., 2008). O sódio pode substituir o potássio e, na variedade sanidina, essa substituição pode chegar até 50% (Dana, 1970).

Os feldspatos plagioclásios, chamados também de feldspato cálcico-sódico formam uma série completa de solução sólida desde albita pura ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), até a anortita pura, ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$), o cálcio substitui o sódio com substituição concomitante do silício pelo alumínio, em todas as proporções. A série é dividida em seis divisões de acordo com os percentuais de albita e anortita visto na Tabela 1.

Tabela 1
Série dos plagioclásios

Série dos plagioclásios	(%) de Albita	(%) Anortita
Albita $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$	100-90	0-10
Oligoclásio	90-70	10-30
Andesina	70-50	30-50
Labradorita	50-30	50-70
Bitownita	30-10	70-90
Anortita $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$	10-0	90-100

Fonte: Dana, 1970.

1.4- Principais tipos de depósitos de feldspatos no mundo

Os depósitos tipo pegmatitos são a principal fonte de feldspato do Brasil (Coelho *et al.*, 2000), devido aos seus grandes cristais, sua pureza e abundância. Na província da Borborema, na região Nordeste, e na província oeste do Estado de Minas Gerais, encontram-se os principais depósitos de pegmatitos do Brasil. Estes feldspatos são explorados em geral por pequenas e médias mineradoras e por garimpeiros. Essas províncias fornecem feldspatos potássicos e algum feldspato sódico, para as indústrias cerâmicas (Motta *et al.*, 2002, *apud* Luz *et al.*, 2008).

Além dos pegmatitos, existem outras fontes de feldspato, sendo estas: Alaskitos; Nefelina Sienito; Granitos; Aplitos; Areia feldspática; Rochas Intrusivas, tipo Anortosito.

Alaskito: é a principal fonte de feldspato nos EUA, ocorre em Spruce Pine, Carolina do Norte, esta rocha é uma rocha granítica cuja composição é principalmente plagioclásio, quartzo, ortoclásio e muscovita (Feitler, 1967, *apud* Potter, 2006).

Uma característica do feldspato contido nesses alaskitos é o predomínio da albita, feldspato sódico. Análise química de um alaskito obtido em uma unidade de beneficiamento da Feldspar Corporation apresentou os resultados da Tabela 2 (Luz *et al.*, 2001).

Tabela 2
Análise química de um concentrado de feldspato obtido por flotação de um alaskito, na
Feldspar Corporation-Spruce Pine - Carolina do Norte.

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	Total
66,54	19,54	0,064	1,71	3,75	7,42	0,0278	0,0045	99,0564

Fonte: Luz *et al.*, 2001

Nefelina sienito: é uma rocha ígnea alcalina, sem quartzo, composta de feldspatos (microclína e albita), feldspatóides (nefelina, sodalita), e minerais acessórios como: dolomita, monazita/zirconita e minerais portadores de ferro. A análise mineralógica de um nefelina sienito, proveniente da mineradora Nefelina Brasil Mineração, localizada no município de Lavrinha-SP, mostrou a composição química constante na Tabela 3.

Tabela 3
Análise química de nefelina sienito obtida pela Nefelina Brasil Mineração.

SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	CaO	K₂O	Na₂O	MgO	TiO₂	MnO
64,52	20,18	0,25	0,50	7,74	6,65	0,01	0,14	0,01

Fonte: Nefelina Brasil Mineração, 2009.

Granitos: são rochas constituídas, principalmente, de quartzo, feldspato e mica (muscovita e essencialmente biotita). Como granito pode conter entre 50 e 70% de feldspatos, em alguns locais são obtidos feldspatos de granitos. Como exemplo pode-se citar o granito Shadydale na Geórgia-EUA onde se extrai feldspato. Em Jundiaí – SP, o granito de mesmo nome (3,5% Na₂O; 4,5% K₂O, 1,5% Fe₂O₃), está sendo beneficiado pelo Gruppo Minerali SpA em Itupeva – SP, com uma capacidade instalada de 120 mil t (Crossley, 2003).

Tabela 4
Análise química de feldspato sódico-potássico obtido pelo Gruppo Minerali S.p.A.

SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	CaO	K₂O	Na₂O	MgO	TiO₂	CO₂	S
76,7	13,5	0,17	0,3	4,4	4,5	0,05	0,01	<0,10	<0,01

Fonte: Galhardi. & Danasino, 2003.

Aplito: rocha granítica, clara, de grãos muito finos, aspecto frequentemente sacaroidal, constituída de quartzo e ortoclásio, que ocorre em veios, diques, bolsões e massas difusas (*pods*) de várias dimensões geralmente decimétricas a decamétricas. Existem exemplos de uso econômico de aplitos, na região de *Hanover Country* na Virginia-EUA, onde ocorre produção comercial de feldspato, a partir destes depósitos (Potter, 2006).

Areia Feldspática: depósitos de areia de praia, de rio ou de dunas podem conter quantidades de feldspatos passíveis de serem aproveitados economicamente (Harben, 1995). No Brasil, na baixada fluminense, nos município de Seropédica e de Itaguaí-RJ, ocorrem depósitos de areia feldspática com aproximadamente 25% de feldspatos potássicos e sódicos (4,24% K₂O; 1,56% Na₂O).

Rochas intrusivas parcialmente caulinizadas: o anortosito é uma rocha plutônica básica composta essencialmente por plagioclásio (>90%) cálcico a intermediário. É produzida no Brasil pela empresa Colorminas no Rio Grande do Sul (27,75% Al₂O₃; 4,0% Na₂O; 0,66% K₂O; 9,15% CaO).

2- ANÁLISE DO MERCADO DE FELDSPATO NO BRASIL E NO MUNDO

Neste item são levantados os principais usos e funções do feldspato nas indústrias do Brasil e do Mundo, bem como as reservas, produção e beneficiamentos de feldspato. Também é analisado o comércio mundial deste mineral, com ênfase no Brasil, e por último os minerais normalmente utilizados como substitutos.

2.1- Usos e Funções do Feldspato

Os principais usos de feldspato são as indústrias de cerâmica², vidro e colorifícios, que juntas consomem mais de 90% de todo mineral produzido (Figura 1). Dentre esses usos se destacam a cerâmica de revestimento, colorifícios, embalagem de vidro e louças sanitárias (Roskill, 2008).

É usado também como carga funcional e extensor, nas indústrias de tinta, plástico e borracha. Não se trata de um uso tradicional, mas tem se mostrado que o uso de feldspato é possível melhorar seu desempenho (Kauffman e Vandyk, 1994, *apud* Luz *et al.*, 2008).

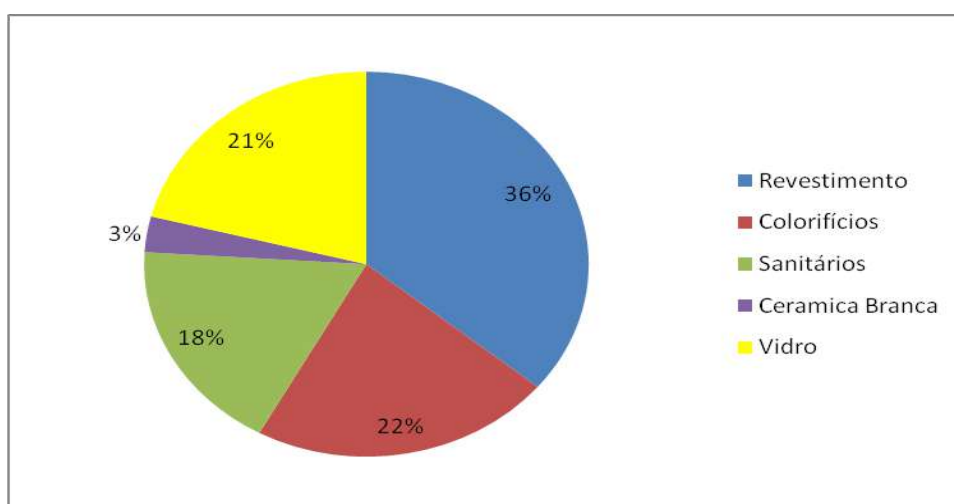


Figura 1 – Distribuição do Consumo de Feldspato no Brasil - 2006.
Fonte: Coelho & Cabral Jr, 2007.

² Em 2006, a indústria de cerâmica mundial consumiu aproximadamente 14,6 Mt de feldspato e de nefelina sienito, ou seja 68% do total do consumo mundial. (Roskill, 2008).

2.1.1- Indústria cerâmica

A função deste mineral na indústria cerâmica é atuar como fundente, por causa de seu baixo ponto de fusão, menor do que a maioria dos outros componentes. Além disto, ele participa de reações físico-químicas, funcionando como um cimento para as partículas das várias substâncias cristalinas.

A formulação de qualquer cerâmica tradicional é constituída de dois elementos principais: os materiais plásticos, constituídos de caulim e outras argilas, e os materiais não- plásticos, constituídos de sílica e feldspato. O constituinte plástico permite que o corpo cerâmico seja moldado, enquanto os constituintes não- plásticos permitem ao corpo cerâmico manter sua forma, após a queima (Potter, 2000, *apud* Luz *et al.*, 2008).

Segundo esse mesmo autor, na indústria cerâmica o feldspato é representado por dois minerais: albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), e ortoclásio ou microclína. A anortita é raramente utilizada, pois se trata de um mineral muito refratário. Na indústria cerâmica, os feldspatos sódicos e potássicos apresentam comportamento diferente, durante a queima. Os feldspatos sódicos são caracterizados por apresentar baixo ponto de fusão (em torno de 1.170°C) e por uma fusão abrupta, bem como retração (*shrinkage*) e fusibilidade dependentes da temperatura. A massa fundida do feldspato sódico tem viscosidade mais baixa. Por isto, na indústria cerâmica o feldspato sódico é mais propenso à formação de peças empenadas ou deformadas. Os limites térmicos para trabalhar são mais estreitos. Por outro lado, os feldspatos potássicos têm um ponto de fusão mais elevado (cerca de 1500°C) e seu comportamento cerâmico se dá de forma mais progressiva. A massa fundida proveniente do feldspato potássico apresenta maior viscosidade e dessa forma os limites térmicos de trabalho são relativamente mais amplos.

A quantidade de feldspato utilizado na indústria de cerâmica varia com o tipo de produto. A porcelana de mesa pode conter entre 17 e 20% de feldspato, e o porcelanato entre 55 e 60%.

O Brasil é o 2º produtor mundial de cerâmica tendo produzindo em 2008 cerca de 713 milhões de m^2 (Tabela 5) perdendo apenas para China (ANFACER, 2009).

Tabela 5
Principais Produtores Mundiais de Cerâmica de Revestimento

Países	Produção em milhões de m ² /ano			
	2005	2006	2007	2008
China	2500	3000	3200	3360 ⁽¹⁾
Brasil	568	594	637	713,4
Itália	570	596	563	527 ⁽¹⁾
Espanha	609	608	584	495,2 ⁽¹⁾
Índia	298	340	385	404 ⁽¹⁾

Fonte: ANFACER, 2009.

Nota: Estimativa (considerando a produção somente no território nacional).

O constante crescimento da indústria cerâmica de revestimento vem influenciado positivamente para um maior desenvolvimento da indústria de feldspato no Brasil.

2.2.2- Indústria de Vidro

Na fabricação do vidro, o feldspato é usado como fonte de Al₂O₃, Na₂O e/ou K₂O, e SiO₂. No processo de fabricação do vidro, há uma classificação para os óxidos utilizados que diz respeito à função desses, no processo de produção do vidro e no seu uso: vidros-formador (formadores da rede); estabilizadores; fundentes ou fluxos e acessórios (Maia, 2003). A Tabela 6 fornece dados da capacidade instalada do setor de vidro no Brasil, no período de 2003-2008. Ao contrário da indústria cerâmica, a indústria de vidro não vem se expandindo. No caso da embalagem, esta estagnação deve-se ao crescimento de seus substitutos (Pet, latas de alumínio, dentre outros).

Tabela 6
Capacidade Instalada do Setor de Vidro no Brasil (mil t/ano)

Segmento	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Embalagem	1293	1277	1292	1297	1303	1292
Doméstico	296	283	220	228	229	240
Vidros Técnicos	265	297	332	325	182	182
Vidros Planos	1050	1240	1240	1240	1240	1280
Total	2904	3097	3084	3090	2954	2994

Fonte: ABIVIDRO, 2009.

Os álcalis (K_2O , Na_2O) contidos no feldspato substituem, parcialmente, o carbonato de sódio (barrilha) e têm a função de fundente. A alumina ajuda a trabalhabilidade do vidro fundido, aumenta a resistência do vidro à corrosão química, aumenta a sua dureza e durabilidade e inibe a desvitrificação (Harben, 1996).

O feldspato é responsável por 19% dos custos da produção de vidro, e por cerca de 9% da participação no total de minerais usados (Figura 2).

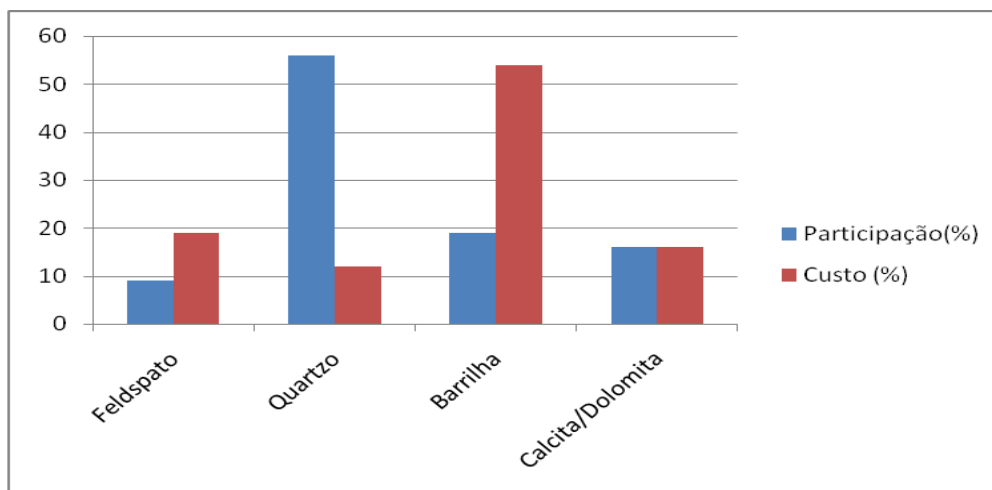


Figura 2 – Participação de Insumos na Produção de Vidro

Fonte: RUTH & DELL'ANNO, (1997) modificado.

2.2- Produção Mundial

A produção mundial de feldspato é da ordem de 22.492.000 t, sendo a Turquia, Itália e China os maiores produtores, com um pouco mais de 57% da produção mundial (Tabela 7). Roskill (2008), estimou a produção total de feldspato e associados como aplito, fonolito e *China Stone*³ em 2006 por volta de 20Mt, mais 1,4Mt de nefelina sienito usado como substituto de feldspato.

A Turquia é o maior produtor mundial de feldspato, com a maioria de suas minas situadas no sudeste do país na região denominada “Triângulo do Feldspato”. Grande parte desta produção é exportada para as principais produtoras de cerâmica européias, situadas na Itália e Espanha. (Wan, 2009).

³ *China Stone* é um granito parcialmente decomposto e com a ausência de minerais de ferro, é encontrado na região de *Cornwall* no Reino Unido. Vem sendo explotado na produção de feldspato.

Em 2007, a produção oficial brasileira foi da ordem de 182 mil/t, sendo considerada somente a produção regular, isto representa 0,81% da produção mundial.

A produção de feldspato vem aumentando continuamente desde 2003, esta produção aumentou cerca de 40% entre 2003-2007. Este crescimento está relacionado diretamente ao aumento da indústria de cerâmica, principalmente os porcelanatos (Roskill, 2008).

Tabela 7
Produção Mundial de Feldspato

Discriminação	Produção (t)				
Países	2003	2004	2005	2006	2007
Brasil	102.077	280.293	196.419	166.418	182.168
China	2.000.000	2.300.000	2.300.000	2.300.000	2.300.000
Estados Unidos	800.000	770.000	750.000	760.000	760.000
Espanha	563.580	552.507	650.061	696.912	700.000
França	654.000	628.000	651.000	650.000	650.000
Itália	2.343.722	3.251.264	3.334.848	4.019.495	4.726.900
Japão	1.006.093	889.000	800.000	800.000	750.000
Malásia	42.662	79.220	117.180	142.358	358.585
México	346.315	364.166	373.411	459.209	438.696
Polônia	276.264	373.459	426.914	457.600	388.500
República Tcheca	421.000	488.000	472.000	487.000	514.000
República da Coreia	477.012	541.788	508.644	427.378	398.513
Tailândia	824.990	1.001.053	1.149.17	1.067.684	684.668
Turquia	3.250.000	4.600.000	4.750.000	5.500.000	6.000.000
Outros	5.284.007	2.912.250	3.229.806	3.436.946	3.639.970
TOTAL	16.048.00	19.031.000	19.710.000	21.371.000	22.492.000

Fonte: British Geological Survey, 2009.

2.3- Produção Brasileira

A produção bruta de feldspato proveniente de lavras regulares atingiu 182.168t em 2007, o que representou um aumento de 9,5% sobre a produção de 2006 (166.418t). Os principais estados produtores segundo o Sumário Mineral 2008 são Paraná (68%), Santa Catarina (15,2%); São Paulo (7,0%); Minas Gerais (6,1%) e Paraíba (3,3%) (Figura 3).

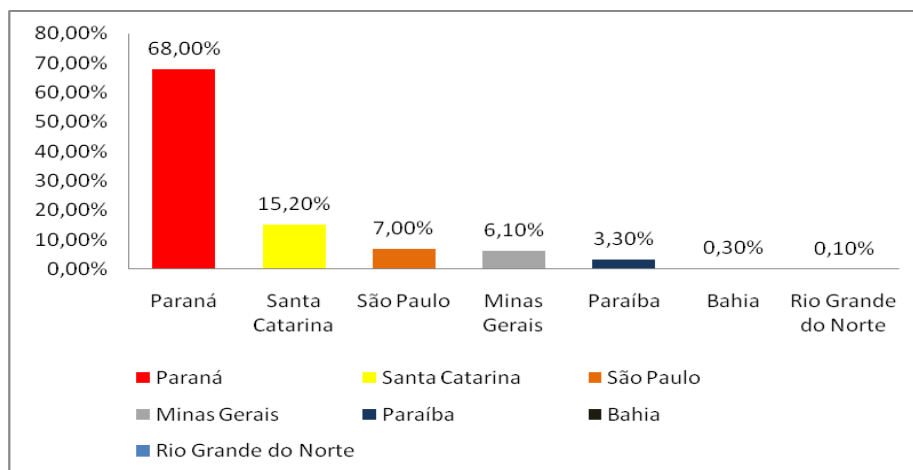


Figura 3 - Distribuição da produção brasileira de feldspato bruto
Fonte: Sumário Mineral, 2008.

As principais empresas produtoras de feldspato no Brasil são as paranaenses Incepa Revestimentos Cerâmicos Ltda. e Marc Mineração, Indústria e Comércio Ltda. e catarinense Mineração de Feldspato Ourofinense Ltda. estas produziram por volta de 83% (Tabela 8).

Tabela 8
 Principais empresas produtoras de feldspato – 2007.

Empresa	UF	Participação (%)
Incepa Revestimentos Cerâmicos Ltda.	PR	53,00
Marc Mineração, Indústria e Comércio Ltda.	PR	15,10
MIVAL – Mineração Vale do Rio Tijucas Ltda.	SC	13,80
Mineração de Feldspato Ourofinense Ltda.	MG	2,90
Tech Rock Mineração Ltda.	SP	2,00
Mineração São Luiz Ltda.	SP	1,80
Tavares Pinheiro Industrial Ltda.	SP	1,60
Mineração Sebevi Ltda.	MG	1,60

Fonte: Sumário Mineral, 2008.

Os dados da produção brasileira de feldspato são muito imprecisos. Isto ocorre porque os pegmatitos são lavrados para extrair diversos minerais como quartzo, gemas, berilo, lítio, turmalina, dentre outros, muitas vezes estes constituem o principal objeto da lavra. Sempre que isso ocorre o feldspato é obtido por catação no rejeito do beneficiamento.

Essa produção geralmente não é registrada nas estatísticas. Coelho e Cabral Jr (2007) estimaram para o ano de 2006, que a produção brasileira ultrapassou as 500.000

t (Tabela 9), e também fazem uma previsão de consumo para 2010, girando em torno de 650 mil toneladas. Este crescimento ocorrerá devido ao crescimento das indústrias de revestimentos, colorifícios e sanitários. Esta diferença é observada pelo fato do DNPM só reconhecer feldspatos produzidos de pegmatitos, porém somente o Gruppo Minerali SpA produz 120.000 t/ano proveniente de rochas graníticas em Itupeva/SP (Crossley, 2003).

Tabela 9
Dimensão do Mercado de Feldspato - 2006.

INDÚSTRIA CONSUMIDORA	CONSUMO (t)
REVESTIMENTOS	180.000
COLORIFÍCIOS	110.000
SANITÁRIOS	90.000
CERÂMICA BRANCA (Mesa, Artística e Técnica)	15.000
VIDRO	105.000
TOTAL	500.000

Fonte: Coelho e Cabral Jr, 2007.

2.4- Reservas Brasileiras

As reservas brasileiras lavráveis de feldspato, em 2005, totalizaram aproximadamente 323.652.370 toneladas, situadas principalmente nos estados de: São Paulo, Minas Gerais e Paraná.

A Tabela 10 fornece os dados oficiais das reservas brasileiras de 2001-2005.

Tabela 10
Reservas brasileiras 2001-2005

Ano	Reservas Indicada	Reservas Inferida	Reservas Lavráveis
2001	36.480.632	15.389.057	57.548.169
2002	94.742.962	229.788.299	148.255.957
2003	94.222.174	229.523.669	221.034.652
2004	196.435.489	229.652.390	346.404.788
2005	134.901.546	235.276.747	323.652.370

Fonte: MineralData, 2009.

2.5- Beneficiamento

O feldspato é geralmente beneficiado por britagem e moagem, os processos de flotação e de separação magnética são raros no Brasil. No caso de depósitos de pegmatitos e de areia feldspática, o quartzo ocorre como co-produto. Em algumas aplicações, a presença da sílica é vantajosa; no entanto, em outras requerem um feldspato bastante puro e moído (Saller, 1999, *apud* Luz *et al.*, 2008). A Figura 4 mostra a produção beneficiada de feldspato – 2002-2007.

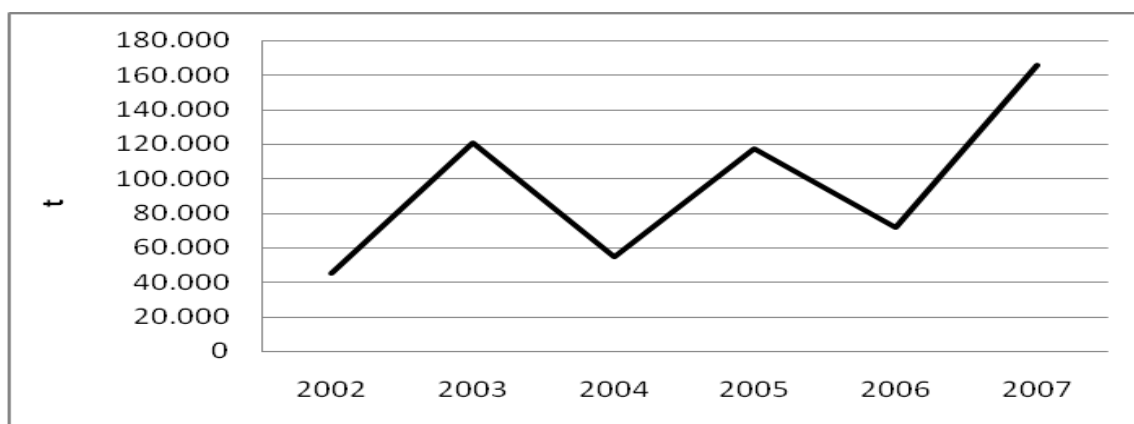


Figura 4 – Variação da produção beneficiada de feldspato 2002-2007⁵

Fontes: MineralData 2002-2005 e Sumário Mineral 2006-2007, modificado

A produção de feldspato beneficiado é principalmente destinada à fabricação de porcelanato. A Figura 4 mostra a evolução da produção beneficiada de feldspato de 2002-2007, a produção aumentou de 44.857 t para 166.089 t.

Tabela 11
Quantidade e valor da produção de feldspato comercializado em 2005

Unidade da federação	Bruto		Beneficiado		Total
	Quantidade	Valor (R\$)	Quantidade	Valor (R\$)	Total (R\$)
—	103.620 t	2.458.874	117.503 t	16.960.324	19.419.198
Brasil	18.064 t	1.203.319	—	—	1.203.319
MG	2.674 t	51.870	2.527 t	155.868	207.738
PB	73.277 t	952.602	41.571 t	4.149.452	5.102.054
PR	6.320 t	154.260	42.896 t	6.209.708	6.363.968
SC	3.285 t	96.823	30.389 t	6.437.856	6.534.679
SP					

Fonte: Anuário Mineral, 2006.

⁵ O padrão em zig-zag da figura deve-se provavelmente a mudança do sumarista, e em 2004 devido à crise provocada pela eleição do governo Lula.

No Brasil, em 2005 foram produzidas 117.503 toneladas de feldspato beneficiado (Tabela 11), sendo os maiores produtores os estados de: Santa Catarina, Paraná e São Paulo. Este último produz o feldspato beneficiado de maior valor agregado.

2.6- Comércio de Feldspato

Segundo o Anuário Mineral 2008, em 2007 foram importadas 12t de feldspato, com um valor FOB de US\$ 28.000,00 e um preço médio de US\$ 2.333,33/t. Os principais países de origem foram: Espanha (76%); Canadá (19%); Itália (2%); China (1%) e Argentina (1%). Em 2007 as exportações brasileiras de feldspato totalizaram 5.419t, quantidade 36% menor do que a observada em 2006 (8.501t). Entretanto, o preço médio subiu de US\$ 205,98/t em 2006 para US\$ 274,77/t em 2007, representando um acréscimo de 33,4%. Os principais países importadores foram: Itália (71%), Argentina (18%), Colômbia (3%), Hong Kong (3%) e Espanha (1%).

Tabela 12
Preços Internacionais de Feldspato 2003– 2009 (US\$/t)

País/tipo de feldspato	Preço	
	2003	Março 2009
África do Sul		
(tipo cerâmico)	ND	112-165
feldspato moído (200 Mesh)	55-65	70
V= Micronisado	90-135	205
Índia (feldspato K)		
minério bruto (100-700µ)	ND	25-27
Feldspato moído (<74 µ)	ND	70
Turquia (feldspato Na)		
1 cm ³	11-40	22-23
feldspato moído (63 µ)	75-80	75-80
tipo vidro (500 µ)	ND	70
Estados Unidos (tipo cerâmico)		
170-200 Mesh (Na)	66-83	60-75/t curta
200 mesh (K)	138	125/t curta
Estados Unidos (tipo vidro)		
30 mesh (Na)	ND	40-52
80 mesh (K)	ND	85-90

Fonte: Adaptado de Crossley (2003) e Industrial Minerals, (2009).

Os preços de feldspato têm se mantido constante no mundo conforme observado na Tabela 12. No Brasil os preços têm oscilado, principalmente do feldspato bruto como pode-se observar na Tabela 13.

Tabela 13
Variação dos preços de feldspato no Brasil 2004-2007.

Discriminação do feldspato	2004	2005	2006	2007
Bruto (R\$/t FOB)	56,45	21,82	86,87	122,36
Beneficiado (R\$/t FOB)	158,87	163,85	166,43	155,16
Exportação (US\$/t FOB)	130,08	105,13	205,98	274,77
Importação (US\$/t FOB)	786,61	2.400,00	857,14	2.333,33

Fonte: Sumário Mineral, 2007 e 2008.

Historicamente, nos Estados Unidos os preços de feldspato têm uma alta correlação com Índice de preço ao Consumidor. Este fato deve-se a abundância e a ampla distribuição de minerais feldspático, associada ao baixo poder dos produtores individuais exercerem o poder de aumentar os preços de modo discricionário. Os preços são, portanto, quase simplesmente a soma dos fatores de produção mais um modesto lucro. Segundo Roskill (2008), este fato deve ser bastante similar em outros países.

2.7- Minerais Substitutos

O principal substituto do feldspato é uma rocha denominada nefelina sienito. Esta é uma rocha ígnea rica em feldspatóides, praticamente sem quartzo e com minerais ferromagnesianos. Esta pode substituir o feldspato na indústria de cerâmica em decorrência do seu elevado teor de alumina. Além disso, seu alto teor de álcalis diminui a fusibilidade, melhora a capacidade fluxante e permite a sinterização de corpos cerâmicos a baixas temperaturas ou com uma menor quantidade de agente vitrificante (Sampaio *et al.*, 2008). A principal dificuldade para a aplicação de nefelina sienito nas indústrias de vidro e cerâmica é o seu alto teor de Fe_2O_3 e da granulometria de liberação dos minerais portadores de ferro. Em alguns depósitos o alto teor de Fe_2O_3 inviabiliza o seu aproveitamento. Para serem economicamente viáveis estes depósitos de nefelina sienito precisam ter um teor de óxido de ferro abaixo de 2,0% (Sampaio, *et al.*, 2008).

Outros fundentes substitutos do feldspato na indústria de cerâmica são o granito e o filito, além da areia feldspática. (Luz *et. al.*, 2008).

3- FELDSPATO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

A Figura 5 apresenta o mapa do Estado do Rio de Janeiro, com as principais rodovias de acesso, as cidades mais importantes e estados limítrofes. O estado do Rio de Janeiro possui uma área de 44.268 km².



Figura 5- Localização Geográfica do Estado do Rio de Janeiro

Fonte: DRM, 2009.

3.1- Geologia do Rio de Janeiro

A geologia do Rio de Janeiro é composta principalmente de rochas para e orto derivadas de idade principalmente Proterozóica, ocorre também rochas ígneas graníticas e alcalinas além das rochas sedimentares presentes nas Bacias Terciárias (Anexo 1).

Arqueano

- Complexo Mantiqueira

O embasamento retrabalhado dos metassedimentos meso-neoproterozóicos no noroeste do estado é composto por ortognaisses e tonalíticos bandados do Complexo Mantiqueira de idade arqueana.

Sua ocorrência é restrita ao extremo-noroeste do estado, próximo às divisas com os estados de Minas Gerais e São Paulo. Sua área de exposição é muito restrita, com cerca de 35km de comprimento na direção NE-SW por 4km de largura. Acha-se intercalado em metassedimentos do Complexo Embu, a sul, e do Grupo Andrelândia, a norte. A unidade é injetada pelos granitóides da Suíte Pedra Selada.

Paleoproterozóico

- Complexo Região dos Lagos

É constituído por ortognaisses bandados/dobrados, cinzentos, de composição tonalítica a granítica, com abundantes paleodiques anfibolíticos deformados. Em alguns locais encontram-se parcialmente fundidos, com geração de venulações graníticas sintectônicas à deformação regional. Constitui um extenso bloco na região centro-leste do estado, com cerca de 125km de comprimento, com largura variável de 50km no sul e mínima de 4km mais a norte.

- Complexo Juiz de Fora

Este complexo inclui ortognaisses tipo TTG (tonalitos-trondhjemitos-granodioritos) com intercalações de gnaisses máficos, toleíticos (gnaisses bimodais) e ortognaisses potássicos. Foram caracterizadas duas unidades: a primeira, dominante e metamorfizada em fácies granulito, e a outra em fácies anfibolito.

- Suíte Quirino

A Suíte Quirino foi descrita nos arredores das cidades de Vassouras, Paracambi e Valença. Entre as zonas de cisalhamento Paraíba do Sul e Valença. Gnaisses correlatos afloram em uma extensa faixa de orientação geral NE-SW, Heilbron (1993)(apud CPRM 2001) estudando as rochas da oportunamente denominada “Suíte Intrusiva Quirino-Dorândia”, assinalou o caráter homogêneo destes gnaisses e interpretou o protólito dos mesmos como ortoderivado. O caráter intrusivo destas rochas foi inferido a partir da observação de xenólitos de quartzitos, rochas calcissilicáticas e anfibolitos, muito semelhantes às encaixantes (Complexo Paraíba do Sul).

Meso/neoproterozóico

- Complexo Andrelândia

Constitui uma estreita faixa composta por metassedimentos de fácies anfibolito, que ocupa o extremo NW do estado, junto à divisa com os estados de Minas Gerais e São Paulo. A faixa tem 32km de comprimento, com largura variando de 4 a 10km, daí estendendo-se para os dois estados limítrofes.

- Complexo Embu

A caracterização original do Complexo Embu é devida a Hasui (1975) (apud CPRM 2001), que empregou o termo Complexo Embu para designar os migmatitos da base do Grupo Açungui em São Paulo. Ocorre na extremidade NW do estado, em uma extensa faixa de direção NE-SW, com 120km de comprimento e largura máxima de 16km no sul, estendendo-se daí para o estado de Minas Gerais. Apresenta importantes intercalações de granitos do tipo S. Outras intercalações correspondem a ortognaisses granulíticos do Complexo Juiz de Fora.

- Complexo Paraíba do Sul

O Complexo Paraíba do Sul representa uma unidade estratigráfica que sofreu grandes modificações nas caracterizações estratigráficas, petrográficas e tectônicas. Moraes Rego (1933) designou de “gneiss do Parahyba” a um conjunto de rochas contendo camadas lenticulares de calcários magnesianos. Rosier (1952) utilizou o termo “Complexo do Paraíba” para definir o gnaiss com plagioclásio, correlacionável ao “protogneis” de Lamago (1936), observado no vale do rio Paraíba do Sul. Nessa mesma região, Ebert (1955) definiu a “Série

Paraíba” como sendo constituída de “quartzito basal, sedimentos clásticos, grauvacas, conglomerados, tilitos e calcários”. Em 1965, Rosier ampliou a assembléia litológica com a inclusão de gnaisses diversos e migmatitos, charnockitos, mármore, tactitos e “metaquartzitos”. Lima et al. (1981) empregaram pela primeira vez o termo Complexo Paraíba do Sul para designar o conjunto de gnaisses granadíferos e kinzigitos da região costeira, do vale do rio Doce ao Rio de Janeiro. Na literatura mais moderna, há uma tendência à hierarquização da unidade como Grupo e a subdivisão da unidade aqui cartografada como Complexo Paraíba do Sul em um Grupo Paraíba do Sul e um Grupo Italva (e.g. Heilbron et al., 2000). Litótipos anteriormente designados de leptinitos, leucognaisses, gnaisses facoidais e parte dos “migmatitos”, entre outros termos, foram mapeados como granitóides tipo S. Parte dos “gnaisse” mostraram-se produtos ortoderivados. Após a depuração conceitual e cartográfica foram definidas duas faixas principais de ocorrência do complexo. Na primeira, exposta nas regiões ocidental e norte do estado, com grande continuidade física, estendendo-se desde a divisa com São Paulo até o Espírito Santo, foram distinguidas três unidades informais: São Fidélis, Italva e Itaperuna. A outra faixa, em trabalhos anteriores designada de Lumiar - Rio Bonito, com prolongamentos no sentido de Campos, está situada na região da serra do Mar e contém litotipos aqui agrupados na unidade São Fidélis. Várias lentes menos expressivas, em especial dessa última unidade, encontram-se dispersas em meio a rochas ortognaissicas, charnockíticas e granitóides, sendo uma das mais notáveis a definida na região da cidade do Rio de Janeiro.

Neoproterozóico/cambriano

O Estado do Rio de Janeiro é caracterizado por abundante granitogênese neoproterozóica, associada à deformação e metamorfismo da seqüência metassedimentar do Complexo Paraíba do Sul, resultantes do Ciclo Orogênico Brasileiro. Granitóides metaluminosos pré- a sincolisionais alcançam sua mais importante expressão nos batólitos Serra dos Órgãos e Rio Negro, incluindo associações calcioalcalinas expandidas (Complexo Rio Negro). Magmatismo peraluminoso, sincolisional, do tipo S, representado por granitóides intensamente deformados e estirados segundo o *trend* NE-SW, está relacionado predominantemente ao Batólito/Arco Rio de Janeiro, ocorrendo também no domínio Juiz de Fora. São associados aos metassedimentos do Complexo Paraíba do Sul, dos quais derivam por processos de fusão parcial. Também ocorrem inúmeros plútons calcioalcalinos de

natureza milonítica, controlados pelas zonas de cisalhamento direcionais, e corpos não deformados, cuja distribuição aparentemente independe da estruturação principal do orógeno. O magmatismo tem sido atribuído à implantação de dois arcos magmáticos. Um mais jovem, denominado de Arco magmático Rio Doce, gerado entre 590 e 560Ma, e outro mais antigo, denominado de Arco magmático Rio Paraíba do Sul, implantado no intervalo de 580/590 a 620/650Ma. Um estudo recente de compartimentação tectono-magmática baseado em datações U-Pb convencionais e SHRIMP, além de Pb-Pb por evaporação permite o estabelecimento de uma estratigrafia granítica para o estado, relacionada aos sistemas de orógenos Brasileiro II e III. Esta repartição tectônica é aqui adotada e está associada a uma evolução magmática complexa, através da acreção de sucessivos arcos magmáticos, de W para E: Rio Negro/Serra dos Órgãos/ Rio de Janeiro.

Bacias Continentais Terciárias

- Bacia de São José do Itaboraí

Essa bacia foi implantada sobre os granitóides neoproterozóicos, e compreende três unidades sedimentares: a Formação Itaboraí (Oliveira, 1956), de natureza carbonática, a Unidade Intermediária, composta por sedimentos rudáceo-psamíticos de idade Paleoceno Superior. Em discordância angular ocorre a Unidade Superior, também rudáceo-psamítica de idade pleistocênica. Um dique de rocha ultrabásica de aproximadamente 150m e direção N45E corta rochas do embasamento e sedimentos carbonáticos e conglomeráticos, terminando sob a forma de um derrame de lava ankaramítica (Klein & Valença, 1984 apud CPRM, 2001).

- Bacia de Macacu

A Bacia de Macacu aflora a nordeste da Baía de Guanabara, estendendo-se na direção ENE por aproximadamente 25km, com 15km de largura, nas imediações das cidades de Itaboraí e Magé, e da Ilha do Governador. A espessura conhecida da bacia é de aproximadamente 200m (CPRM, 2001). O embasamento da bacia é constituído de paragneisses e rochas alcalinas. A Bacia de Macacu é constituída por duas unidades sedimentares: a Formação Macacu uma sucessão de lentes e camadas pouco espessas de sedimentos predominantemente arenosos, de idade plio-pleistocênica; e a unidade “pré-Macacu”, definida como “produto da colmatação de blocos tectonicamente rebaixados no Terciário Médio”.

- Grupo Barreiras

As flutuações do nível do mar e as alterações paleoclimáticas foram as principais causas da formação das planícies litorâneas brasileiras (Martin *et al.*, 1997 apud CPRM, 2001). Uma das unidades mais expressivas da faixa litorânea é o Grupo Barreiras, que se estende desde o Amapá até o Rio de Janeiro, aflorando sob a forma de extensos tabuleiros ou falésias de vários metros de altura. O Grupo Barreiras aflora na região de Carapebus-Quiçamã e, mais restritamente, próximo às cidades de Búzios e Macaé, sendo a área de maior expressão na região do delta do rio Paraíba do Sul. Esse pacote sedimentar é constituído de três unidades: areias grossas a conglomeráticas, com matriz caulínica e estruturas de estratificação cruzada planar na base do pacote; uma unidade intermediária composta de interlaminações de areias grossas quartzosas com matriz areno-argilosa e argilas arroxeadas levemente arenosas; e, no topo do pacote, um nível de argilas de cores vermelha e branca.

- Bacia de Volta Redonda

A Bacia de Volta Redonda está encaixada em falhas normais, com orientação ocorre deslocada para SE com relação ao *trend* estrutural. Segundo Riccomini (1989) (apud CPRM, 2001) a sedimentação caracteriza ambientes continentais, com registros de sedimentação rudácea associada a leques aluviais proximais. Estes gradam lateralmente para fácies distais mais finas (Formação Resende) e para ambientes fluviais de rios anastomosados (Formação São Paulo). A sedimentação teria sido controlada, segundo o mesmo autor, pela implantação de um amplo sistema de *riftes* terciários, no Sudeste do Brasil.

- Bacia de Resende

Tem forma alongada na direção NE-SW com aproximadamente 50km de eixo maior. Está exposta no mesmo *trend* estrutural da Bacia de Taubaté.

- Bacia de Taubaté

A Bacia de Taubaté aflora numa área restrita, situada a oeste da cidade de Itatiaia.

3.2- Geologia Econômica do Estado do Rio de Janeiro

A vocação mineral do Estado do Rio de Janeiro é claramente definida pelas grandes reservas de óleo e gás natural da Bacia de Campos, responsável pela maior produção de petróleo do país. Possuindo quase 90% das reservas comprovadas de petróleo do País, o Estado é também o maior produtor, com um volume atual de 1,5 milhões de barris de petróleo/dia, equivalente a 83,2% da produção nacional. Destaca-se, também a produção de minerais não metálicos e água mineral (CPRM, 2001).

3.2.1- Petróleo e Gás Natural

O petróleo é o recurso mineral mais importante do Brasil, sendo que o Estado do Rio de Janeiro vem contribuindo com uma participação expressiva, tanto em termos de reservas, como na produção de petróleo e gás natural (Silva, 2007).

Considerando-se as reservas provadas brasileiras de petróleo em 2005, o Estado do Rio de Janeiro tem uma participação expressiva de 87,5%, sendo que as reservas estão localizadas no mar, na Bacia de Campos, consideradas as mais importantes. As reservas provadas de gás natural representaram no mesmo ano 47,4% do total das reservas do país (Silva, 2007).

A importância do petróleo na economia fluminense se dá pelo Produto Interno Bruto - PIB do ano de 2006, estimado pela Fundação CIDE em R\$305,8 bilhões, que cresceu 3,90 % em relação a 2005, superior a do Brasil, com taxa estimada de 2,9% (IBGE, 2006).

3.2.2- Minerais Não Metálicos

O setor mineral do Estado do Rio de Janeiro, face o contexto geológico do seu território, caracteriza-se pela disponibilidade de recursos minerais não-metálicos, especialmente materiais para construção civil. Sendo assim, a vocação da indústria de mineração do Estado é predominantemente voltada para a produção de substâncias minerais não-metálicas e representado principalmente pela indústria de cimento.

È importante destacar que nos anos 70 a indústria de cerâmica era representativa neste setor, pois chegou a empregar em seus estabelecimentos cerca de 30% da mão-de-obra gerada pelo setor (DNPM, 1977).

A produção mineral dos minerais não-metálicos e água mineral, em 2005, foi da ordem de R\$ 389 milhões, respondendo as pedras britadas, areia, cascalho e argilas por quase 85% do valor relativo aos minerais não-metálicos e por 80% da produção global do Estado, excluindo o petróleo e o gás natural.

Segundo DRM-RJ, 2009, o Estado do Rio de Janeiro, especialmente a Região Metropolitana, é considerado o segundo maior centro consumidor de agregados (cimento, brita e areia) de uso na engenharia civil, no Brasil. Atualmente possui 31 pedreiras, distribuídas em 12 municípios (incluindo os municípios de Maricá e Itaguaí, hoje fora da Região Metropolitana oficial), que produzem cerca de 4,6 milhões de m³ de pedra britada/ano, matéria-prima básica para todo o segmento da construção civil e obras públicas.

3.3- Geologia dos Pegmatitos do Rio de Janeiro

Existem cinco áreas principais de concentração de pegmatitos no estado do Rio de Janeiro são elas: Barra Mansa-Barra do Piraí, Paraíba do Sul, Niterói-Rio Bonito, Abreu-Glicério e Cantagalo-São Fidélis que serão abordadas individualmente, porém existem ainda alguns pegmatitos importantes fora destas áreas, como em Bom Jesus do Itabapoana o pegmatito Santa Isabel, em Itaperuna o pegmatito Cubatão e em Porciúncula, existem vários pegmatitos (Menezes, 1997).

No estado do Rio de Janeiro, os pegmatitos distribuem-se de forma desigual, o mapa da Figura 6 mostra a localização destas cinco áreas principais.

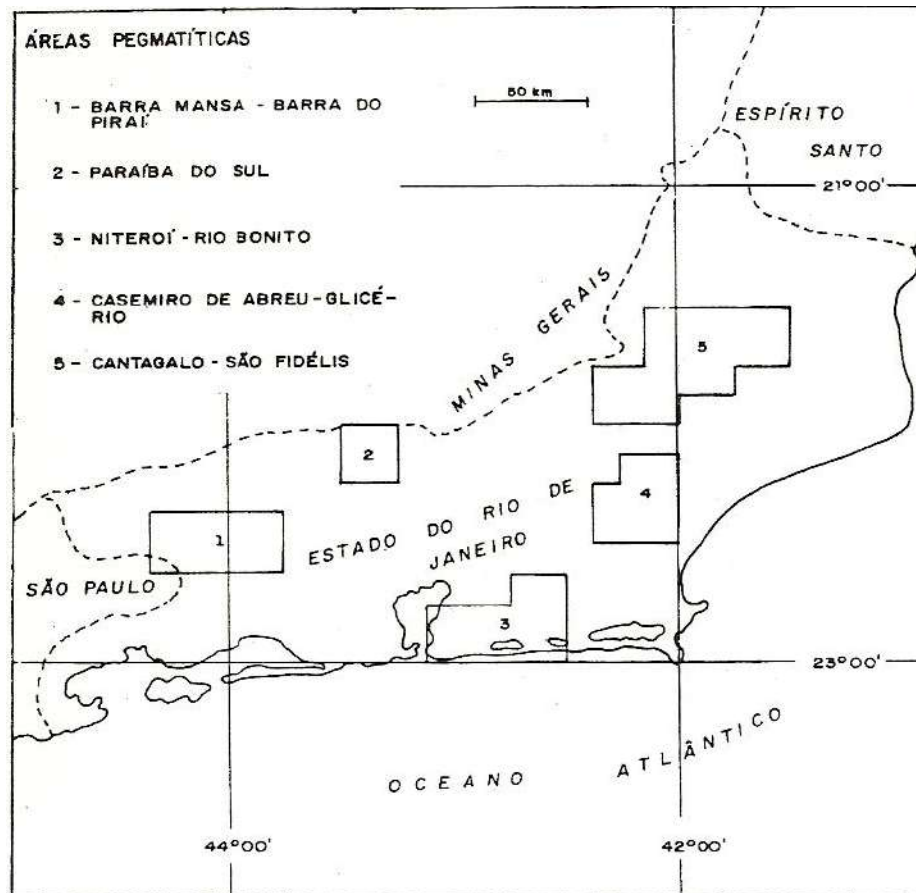


Figura 6 – Mapa de Localização das áreas pegmatíticas no Estado do Rio de Janeiro
 Fonte: Menezes, 1997.

3.3.1- Área pegmatítica de Barra Mansa-Barra do Piraí

Esta área é constituída de rochas metamórficas meso a neoproterozóicas, representadas quase exclusivamente por gnaisses do Complexo Paraíba do Sul.

Estes corpos pegmatíticos são compostos principalmente de feldspato e quartzo com alguma mica, turmalina e esporadicamente granada (Menezes, 1997).

A grande maioria desses corpos possui direção NW-SE, e a largura destes normalmente é de 2 a 3 m. As extensões dos afloramentos variam de 15 a 100 m, geralmente os pegmatitos desta área são homogêneos, ou seja, possuem uma composição uniforme da parede até o centro e não possuem cristais de tamanho gigante.

Na região já foram desenvolvidos trabalhos de pesquisa e ou lavra em alguns pegmatitos cujo interesse era a exploração de feldspato, sendo este explorado em alguns locais.

3.3.2- Área pegmatítica de Paraíba do Sul

Nesta região os pegmatitos estão encaixados em gnaisses laminados, silicificados e milonotizados. Estes pegmatitos encontram-se em geral completamente alterados, sendo compostos por uma massa branca de caulim, com quartzo e placas de muscovita. Devido ao intemperismo sofrido pela rocha, o feldspato alterou-se para caulinita, e esta região não é promissora para a exploração de feldspato.

3.3.3- Área pegmatítica de Niteroi-Rio Bonito

Nesta área as principais litologias são gnaisses e migmatitos. Os pegmatitos estão associados principalmente aos gnaisses, sendo estes os principais pegmatitos do estado do Rio de Janeiro, porque durante décadas serviu de fonte de matérias-primas minerais para as indústrias de cerâmica e vidro do Grande Rio.

A composição mineralógica destes pegmatitos é basicamente feldspato potássico e quartzo como minerais essenciais, além possuir também micas, plagioclásio, berilo, granada, apatita, magnetita, pirita, silimanita e molibdenita.

3.3.4- Área pegmatítica de Casimiro de Abreu-Glicério

Nesta região as litologias são semelhantes à anterior, os pegmatitos estão relacionados à migmatitos, gnaisses ortoderivados e granitos, a diferença deve-se ao fato dos pegmatitos estarem injetados nos granitos (Menezes, op. cit.).

Estes pegmatitos possuem na grande maioria larguras inferiores a 3m, e extensão de afloramento de algumas dezenas de metros. Normalmente são corpos homogêneos com textura de granulação fina, corpos heterogêneos também são encontrados e a estrutura gráfica é comum.

A mineralogia destes pegmatitos é: feldspato potássico, quartzo, muscovita, biotita, granada, berilo, apatita, pirita, plagioclásio e caulim.

Em Macaé, na região de Glicério as reservas de feldspato e quartzo de oito pegmatitos somaram 14.000 t de feldspato e 9.000 t de quartzo leitoso (Menezes, op. cit.). Muscovita e berilo também podem ocorrer em quantidades econômicas. Esta área destaca-se como uma região promissora de produção de feldspato.

3.3.5- Área pegmatítica de Cantagalo-São Fidélis

Esta região é caracterizada por rochas pertencentes ao Complexo Paraíba do Sul. Os pegmatitos desta região destacam-se dos demais devido à presença de minerais contendo lítio (Menezes, op. cit.). Estas faixas pegmatíticas estendem-se por quase 100 km cortando gnaisses, mármore e anfibolitos.

Mineralogicamente possui feldspato potássico, plagioclásio, quartzo, muscovita, biotita, lepidolita, granada, turmalina, apatita, berilo, pirita, magnetita e caulim.

A maioria desses corpos são homogêneos, sendo comum a estrutura gráfica, possuindo em geral direção NE-SW até EW. Suas larguras em geral são inferiores a 5m.

O município de Cantagalo possui potencial econômico para a exploração de feldspato. Cantagalo possui as maiores reservas do estado segundo o Anuário Mineral 2006.

3.4- Reservas de feldspato no Estado do Rio de Janeiro

Segundo o Anuário Mineral Brasileiro (2006) o Rio de Janeiro possui uma das maiores reservas de feldspato do país (Tabela 14), com aproximadamente 24% das reservas medidas, só perdendo para o Paraná, porém estas grandes reservas não vêm sendo exploradas, pelo menos não de forma legal no estado.

Tabela 14
Reservas de Feldspato no Brasil - 2005

UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Reservas (1)			
	Medida	Indicada	Inferida	Lavrável
BRASIL	308.829.170 t	134.901.546 t	235.276.747 t	323.652.370 t
BAHIA	28.433.385 t	8.449.806 t	832.609 t	28.583.041 t
ESPIRITO SANTO	50.000 t	—	—	45.000 t
MINAS GERAIS	28.031.233 t	42.326.307 t	225.682.232 t	33.581.172 t
PARAÍBA	29.925.932 t	6.683.822 t	52.312 t	30.022.084 t
PARANÁ	81.721.306 t	61.699.647 t	—	88.813.369 t
RIO DE JANEIRO	75.171.215 t	772.303 t	10.000 t	75.933.518 t
RIO GRANDE DO NORTE	31.154.607 t	609.842 t	443.692 t	31.351.516 t
SANTA CATARINA	3.523.632 t	3.089.319 t	605.135 t	3.174.162 t
SÃO PAULO	17.144.667 t	9.143.482 t	7.650.767 t	18.475.315 t
TOCANTINS	13.673.193 t	2.127.018 t	—	13.673.193 t

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro, 2006.

3.5- Mineração de feldspato no estado do Rio de Janeiro

Com base em uma pesquisa feita no site do Cadastro Mineiro do DNPM foi desenvolvida uma tabela (Tabela 15) que mostra as áreas do estado do Rio de Janeiro que estão em situação legal para lavrar feldspato, porém não existe nenhuma empresa com produção legal de feldspato no Rio de Janeiro.

As empresas com concessão de lavra por município são: Cantagalo: Emmirone Empresa de Mineração Rocha Negra LTDA, Mineradora Morgado LTDA; Maricá: Mineração Spar LTDA; São Gonçalo: Joaquim Teixeira Junior.

Segundo o Anuário Mineral Brasileiro, 2006, o Rio de Janeiro não produziu feldspato, o que nos indica que estas empresas não estão explotando feldspato.

Tabela 15
Relação por Município e situação legal junto ao DNPM no Rio de Janeiro

Municípios	Requerimento de pesquisa	Autorização de pesquisa	Requerimento de lavra	Concessão de lavra	Disponibilidade
Barra Mansa	—	01	—	—	—
Cantagalo	—	02	—	02	—
Itaboraí	01	—	—	—	—
Itaocara	—	03	—	—	01
Macaé	—	01	—	—	—
Maricá	02	—	—	01	—
Miracema	—	01	—	—	—
Porciúncula	—	—	—	—	01
Santa Maria Madalena	—	—	01	—	—
Santo Antonio de Pádua	—	—	01	—	—
São Fidélis	—	—	01	—	—
São Gonçalo	02	—	—	01	—
Total	05	08	03	04	02

Fonte: DNPM, 2009 modificado.

4- CONCLUSÃO

Os trabalhos consultados forneceram dados que permitem quantificar a produção e consumo de feldspato, no Brasil e no mundo. É apresentado um resumo da geologia regional fluminense e as regiões onde os pegmatitos estão concentrados, visando a exploração de feldspato. Fica evidente a diferença entre a produção segundo o DNPM e o consumo real. São descritos os principais usos de feldspato nas indústrias, principalmente de vidro e cerâmica.

Outro fator importante levantado foi que, embora no Brasil a principal fonte ainda seja de pegmatitos, vem crescendo o uso de outras rochas para extração de feldspato, tais como os granitos (explorados pelo Gruppo Minerali) e o uso de substitutos como o nefelina sienito.

Além disto, a geologia do estado do Rio de Janeiro identifica cinco regiões com abundantes pegmatitos, necessitando-se ainda de uma análise mais detalhada para a real qualificação destas áreas para exploração. Investimentos em feldspato justificam-se devido ao aumento da demanda deste bem mineral no Brasil em especial nos últimos anos. A grande vantagem de explorar feldspato é devido ao seu baixo custo de extração grande abundância nas reservas, gerando assim grandes produções, tornando-o economicamente viável, mesmo devido ao seu baixo valor de venda sem beneficiamento.

Observa-se que, o Rio de Janeiro que está situado próximo aos principais centros consumidores (Regiões Sul e Sudeste), possui a segunda maior reserva do Brasil localizada principalmente no município de Cantagalo. O estado possui ainda quatro concessões de lavra, estas, no entanto não produzem nenhuma tonelada oficial de feldspato.

A inexistência de produção pode ser apenas aparente, pois há indícios que os feldspatos sejam lavrados de forma garimpeira, que não é apropriada na contagem oficial do DNPM. Deve ser lembrado que, o estado do Rio de Janeiro foi um dos maiores produtores brasileiros na década de 70.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIVIDRO - Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automotivas de Vidro 2009.

In: www.abividro.org.br , acessado em 04/06/2009.

ANFACER - Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento 2009. *In* : www.anfacer.com.br , acessado em 01/06/2009.

Braga, P. F. A., Sampaio, J. A., Leal Filho, L. S. 1998. Estudos de beneficiamento de feldspato em rochas alcalinas. *In:* XVII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, Água de São Pedro- SP agosto 1998, p. 509-518

Coelho, J. M. ; Suslick, S. B. ; Souza, M. C. A. F. 2000. Uma Abordagem sobre a Indústria de Feldspato no Brasil. *Cerâmica Industrial*, 5 (1): 37-42.

Coelho J. M. & Cabral Jr, M. 2007. Panorama de mercado dos minerais industriais de pegmatito: destaque ao feldspato. Currais Novos. 66 p. mimeografado.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Estado do Rio de Janeiro, Brasília 2001 p. 2-92, p.235-261.

Crossley, P. 2003. A feast of feldspar. *In:* Industrial Mineral, n.432, Sept, p.36-49.

Dana, J. D. 1970. Grupo dos Feldspatos. *In: Manual de Mineralogia*, v.2, Editora ao Livro Técnico SA, Rio de Janeiro, p.536-550.

Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM)

———.Anuário Mineral Brasileiro 2006 – *In:*

<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/AMB2006/substancia%20f-m.pdf> ,. acessado em 14/05/2009.

———.Cadastro Mineiro 2009. *In:* www.dnpm.gov.br . acessado em 20/05/2009

———.Sumário Mineral Brasileiro 2008. In: www.dnpm.gov.br , acessado em 21/05/2009.

DRM – Departamento Recursos Minerais. Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro. In: www.drm.rj.gov.br . acessado em 22/05/2009.

Fonseca, M. J. G. 2003. *Pegmatitos da parte centro-leste do Estado do Rio de Janeiro, e seu contexto tectônico*. Programa de Pós Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 231p.

Galhardi, A. C. & Danasino, P. 2003. Desenvolvimento de formulações cerâmicas: uma inserção do Gruppo Minerali do Brasil na cadeia de suprimentos das indústrias de revestimentos. 7p.

Harben, P. W., Kuzvart, M. 1996. Feldspar. In: *Industrial Minerals – A Global Geology, Industrial Mineral Information*, Metal Bulletin PLC, London, p.168-174.

Industrial Minerals 2009. In : www.industrialminerals.com , acessado em 08/06/2009

Luz, A. B., Baltar, C. A. M., Machado, A. O. D. 2001. Relatório técnico de viagem aos Estados Unidos, no âmbito do projeto CTPETRO. 30p, RV-10/01-CETEM.

Luz, A. B. ; Lins, F. A. F. ; Coelho, J. M. 2008. Feldspato. In: LUZ, A. B.; LINS, F. F. 2008. *Rochas & Minerais Industriais: Usos e Especificações*. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral - CETEM, 2008, p.467-486.

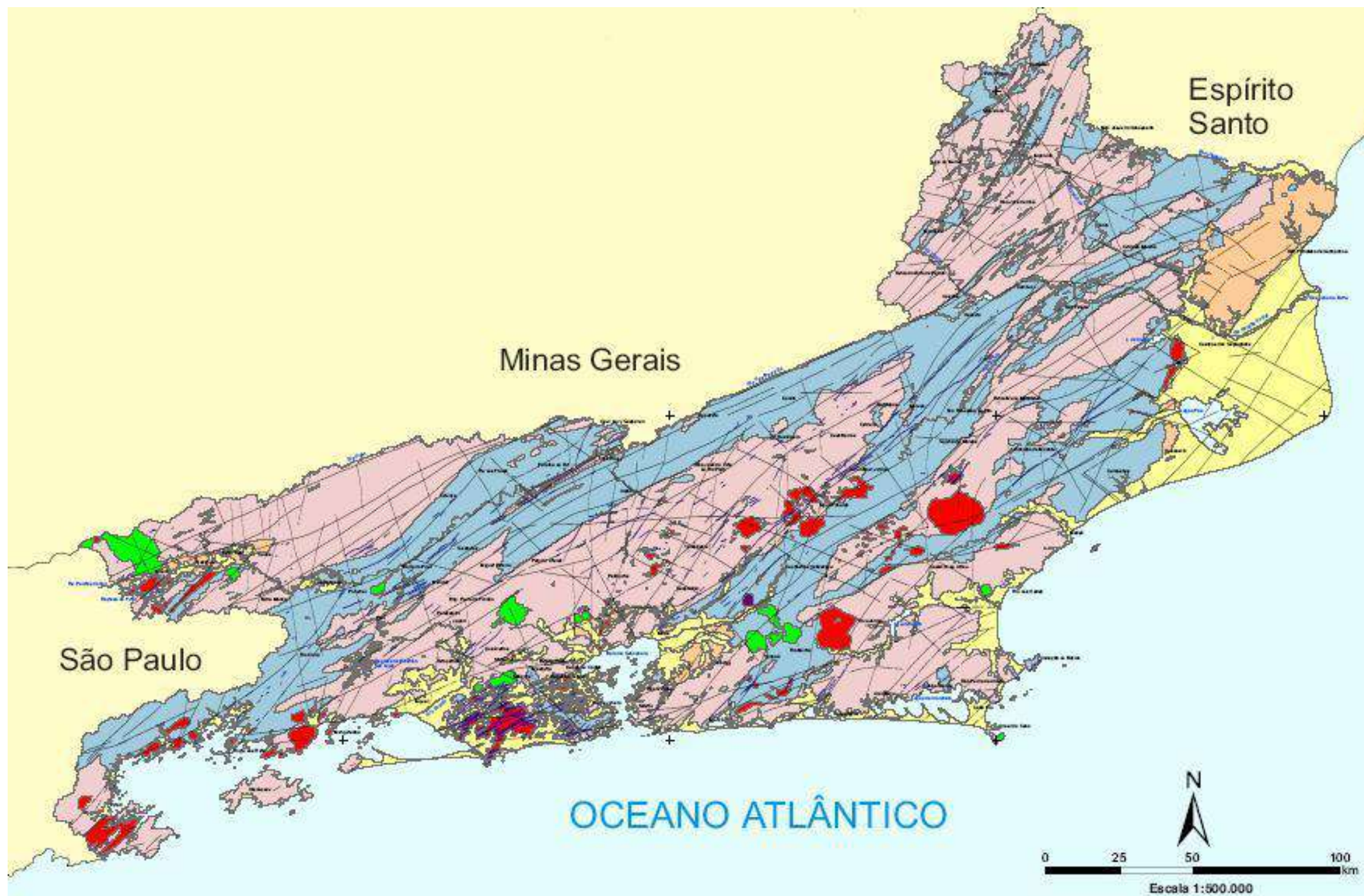
Maia, S. B. 2003. Composição dos vidros e tipos principais. In: MAIA, S. B. *O vidro e sua Fabricação*, Editora Interciência, p.21-30

Menezes, S. O. 1983. Pegmatitos de Boa Sorte, município de Cantagalo, RJ. Na Acad. Brasil. Ciênc. 55(1): 33/44 Rio de Janeiro.

- Menezes, S. O. 1997. Principais pegmatitos do Estado do Rio de Janeiro. In: *Principais depósitos minerais do Brasil*. Brasília: DNPM/CPRM, 1997. 4v (v.4b). p.405-414.
- MineralData. 2009. In: http://w3.cetem.gov.br:8080/mineraldata/app/* Acessado em 21/05/2009.
- Potter, M. J. 2006. Feldspars. In: KOGAL, J. E. [et. al.] (ed.) *Industrial Minerals & Rocks : Commodities, Markets, and Uses*. 7th ed. p.451-460.
- Potter, M. J. 2009. Feldspar. In: U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, p.56-57, January.
- Roskill, 2008. The Economics of Feldspar. 11a edição, publicado 01/03/2008. In: <http://www.roskill.com/reports/feldspar>. acessado em 26/05/2009
- Ruth, M. & Dell’Anno, P. 1997. *An Industrial Ecology of the US Glass Industry, Resources Policy*, Vol. 23, pp. 109 - 124.
- Sampaio, J. A ; Fraga, S. C. A. ; Braga, P. F. A. 2008. Nefelina Sienito. In: LUZ, A. B.; LINS, F. F. 2008. *Rochas & Minerais Industriais: Usos e Especificações*. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral - CETEM, 2008, p.663-680.
- SEGEMAR, 2000. Feldspato y Mica, SEGEMAR-Serviço Geológico Minero Argentino, INTEMIN – Instituto de Tecnologia Minera, IGRM- Instituto de Geologia y Recursos Minerales, Publicación Técnica SEGEMAR – unsam no 5, 91 p., marzo.
- Silva, J. O. 2007. *As Incertezas Geológicas na Previsão de Receita de Royalties para o e Estado e Municípios do Rio de Janeiro..* Programa de pós-graduação em Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 200 p

Wan, K. W. 2009. Turkey`s Feldspar Flow. *Industrial Minerals*, London, Fevereiro. 2009, p.63-64


Anexo 1 – Mapa Geológico do estado do Rio de Janeiro





Fonte: DRM, 2009.


Legenda Comentada:

Rochas sedimentares:


 **Sedimentos Quaternários** (recentes): representados por lamas, turfa, areias, cascalhos e conglomerados depositados entre o presente e 2 milhões de anos atrás. Esses sedimentos se concentram principalmente próximo ao litoral, nos vales dos rios, nas bordas das lagoas e nos brejos.


 **Sedimentos Terciários:** foram depositados entre 65 e 2 milhões de anos. São rochas sedimentares ou sedimentos inconsolidados, depositados por processos fluviais e marinhos. No Estado são representados principalmente pela Formação Barreiras e pelas bacias sedimentares de Campos, Resende e Itaboraí. Esta última se destaca por ser a única do Estado com ocorrência de fósseis de animais e vegetais. Uma bacia sedimentar é uma depressão do terreno onde os sedimentos se acumulam.

 **Rochas alcalinas:** São rochas magmáticas caracterizadas por serem ricas nos elementos Sódio e Potássio. A rocha alcalina mais comum do nosso estado é o Sienito (rocha predominante no maciço do Itatiaia, por exemplo). Dentre as rochas ígneas do Estado, as alcalinas são as mais novas, tendo se formado entre 70 e 40 milhões de anos.

 **Diques de Diabásio:** são rochas magmáticas com a presença de minerais ricos em ferro e magnésio. Conhecida popularmente como "pedra-ferro". Sua composição é semelhante a das lavas do fundo dos oceanos e sua origem está ligada a abertura do oceano Atlântico, quando o continente sul-americano se separou do africano, há cerca de 130 milhões de anos.


A idade dos granitos homogêneos e das rochas básicas é de cerca de 500 milhões de anos.


 **Granitos homogêneos:** Dentre as rochas ígneas que não sofreram metamorfismo no Estado, os granitos são as mais comuns. São constituídos basicamente pelos minerais, quartzo, feldspato e biotita, que podem ocorrer em proporções variadas.


 **Rochas básicas:** devido à escala do mapa, somente um único corpo rochoso com esta composição pode ser representado: o Complexo Gleba Ribeira. Tem composição bastante diferente dos granitos, sendo mais semelhante à dos diques de diabásio.

Rochas metamórficas

As rochas metamórficas são as mais abundantes do Estado, representando mais de 80% do seu território. Possuem idades desde 500 milhões de anos até superiores 2 bilhões de anos.

 **Rochas ortoderivadas:** Formadas a partir do metamorfismo sobre rochas ígneas. As rochas ortoderivadas mais comuns no Estado são os chamados ortognaisses, que possuem uma composição semelhante ao granito, mas que mostram uma estrutura planar bem desenvolvida que os geólogos chamam de foliação.

 **Rochas paraderivadas:** Formadas a partir do metamorfismo das rochas sedimentares, podendo ser também chamadas de metassedimentares. As mais comuns no Estado do Rio de Janeiro são os paragnaisses, que possuem minerais típicos de metamorfismo sobre sedimentos, como a sillimanita e a granada (mineral vermelho ou rosa, com brilho de vidro). Os mármore de Cantagalo e Italva são rochas metassedimentares que indicam ter havido um grande depósito de corais num mar existente na região há cerca de 1 bilhão de anos atrás.

 **Falhas, Fraturas e Dobras:** estruturas de reação das rochas a esforços por ela sofridos. Dependendo das condições de pressão e temperatura, uma rocha pode ser dobrada (deformação dúctil = flexível). Por vezes, o esforço sobre as rochas geram fraturas (deformação rúptil = que quebra). Quando, numa fratura, um bloco de rocha se movimenta em relação ao outro, a estrutura resultante é denominada falha.